



**INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR PRIVADO
“IDAT”**

PROGRAMA DE ESTUDIOS EN ELECTRICIDAD INDUSTRIAL

**MODERNIZACIÓN DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO MEDIANTE
ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA UN SISTEMA DE RIEGO POR
GOTEO DE CULTIVO DE ARÁNDANOS EN EL DISTRITO DE
PACANGA**

**Trabajo de aplicación profesional para obtener el Título Profesional Técnico en
Electricidad Industrial**

BERNA CANDELARIO CHUAN GONZALES

(0009-0007-2980-2225)

JOSÉ LUIS MERA SUAREZ

(0009-0007-1415-0551)

Lima – Perú

2025

Dedicatoria

A nuestros padres Augusto Chuan, María Gonzales,
José Mera y Omelia Suarez por su motivación constante
hacia nosotros.

A Dios, por darnos salud para poder lograr nuestras metas,

Índice General

Resumen Ejecutivo.....	9
Introducción	10
Capítulo I: Generalidades	11
Planteamiento del Problema.....	11
Justificación del Estudio.....	12
Antecedentes del Proyecto	13
<i>Nacionales</i>	13
<i>Internacionales</i>	15
Normativa y Reglamentación Internacional.....	19
<i>Normas Técnicas Nacionales</i>	19
<i>Normas Técnicas Internacionales</i>	19
Capítulo II: Marco Teórico – Objetivos y Soluciones	20
Objetivos	20
<i>Objetivo General</i>	20
<i>Objetivos Específicos</i>	20
Planteamiento de Soluciones.....	20
<i>Soluciones Alternativas</i>	20
<i>Solución Elegida y Justificación</i>	21
<i>Ventajas Comparativas</i>	22
Técnicas de Investigación	24
Planificación de Tiempo y Actividades del Proyecto	26
Marco Teórico.....	27
<i>Marco Conceptual</i>	27
<i>Estado de la Tecnología</i>	32
Capítulo III: Memoria Descriptiva	34
Descripción General del Proyecto.....	34
<i>vista descriptiva del proyecto</i>	38
<i>Diagramas en Bloques del Proyecto</i>	39
<i>Diagrama de Flujo</i>	41
<i>Especificación Técnica del Proyecto</i>	42

<i>Especificaciones técnicas de componentes</i>	44
Cálculos Previos.....	57
<i>Cuadro de cargas</i>	58
<i>Tabla de Conductores</i>	62
<i>Sistema de Puesta a Tierra</i>	66
<i>Sistema de Puesta a Tierra</i>	66
<i>Consideraciones de Diseño</i>	67
Irradiación solar.....	68
<i>Diagrama Eléctrico Del proyecto</i>	71
<i>Suministro de Alimentación</i>	72
<i>Diagrama unifilar</i>	73
<i>Circuito de Mando</i>	74
<i>Circuito de Fuerzas</i>	74
Sistemas Mecánicos	75
<i>Librerías Usadas</i>	77
<i>Firmware y Software</i>	77
Área Transversales de Impactos.....	78
<i>Ámbito de Seguridad y Salud Ocupacional</i>	78
<i>Ámbito de Conservación del Medio Ambiente</i>	78
<i>Ámbito de Eficiencia Energética</i>	78
<i>Ámbito de Calidad</i>	79
Análisis de Costos y Presupuestos	79
Resultados del Proyecto	83
Capítulo IV: Operación y Mantenimiento	85
Operación	85
<i>Consideraciones de Seguridad para la Operación</i>	85
<i>Manual de Usuario u Operación de Puesta en Servicio</i>	86
<i>Plan de Pruebas Funcionales y Operatividad</i>	90
<i>Tabla de Causas de Fallos y Solución en la Operación</i>	93
<i>Fichas, Tablas y/o Hoja de Resultados</i>	94
Proceso de Mantenimiento	96
<i>Ficha de mantenimiento preventivo</i>	98

<i>Organigrama de Mantenimiento</i>	99
<i>Evaluación del alcance de mantenimiento</i>	101
<i>Planificación de Mantenimiento</i>	104
Mantenimiento Preventivo	106
<i>Diagrama Gantt de Mantenimiento Preventivo</i>	111
<i>Procedimiento de Mantenimiento Preventivo</i>	112
<i>Materiales, Equipos y Herramientas</i>	115
<i>Ficha de Mantenimiento Preventivo</i>	118
Mantenimiento Correctivo	119
<i>Procedimiento de Mantenimiento Correctivo</i>	120
<i>Materiales, Equipos y Herramientas</i>	123
<i>Ficha de Mantenimiento Correctivo</i>	125
Conclusiones y Recomendaciones	126
Referencias Bibliográficas	128
Anexos	132

Índice de Tablas

Tabla 1. Cuadro comparativo de soluciones	23
Tabla 2. Planificación de Tiempo y Actividades del Proyecto	26
Tabla 3. Descripción de equipos	42
Tabla 4. Cuadro de cargas.....	58
Tabla 5. Costo de estructuras	79
Tabla 6. Costos consumibles.....	80
Tabla 7. Costo de mano de obra.....	80
Tabla 8. Costo de equipamiento.....	81
Tabla 9. <i>Costo de venta</i>	81
Tabla 10. <i>Rendimiento de producción</i>	82
Tabla 11. <i>Ingreso bruto</i>	82
Tabla 12. <i>Ganancia neta del 25%</i>	82
Tabla 13. Mantenimiento preventivo básico.....	89
Tabla 14. Pruebas Funcionales del Sistema Fotovoltaico.....	90
Tabla 15. Pruebas Funcionales del Sistema De Riego.....	91
Tabla 16. Pruebas de Seguridad.....	92
Tabla 17. Formato de Registro de Pruebas	92
Tabla 18. Causas de Fallas y Soluciones en la Operación	93
Tabla 19. Ficha Técnica del Sistema Fotovoltaico	94
Tabla 20. Ficha Técnica del Sistema de Riego por Goteo	94
Tabla 21. Tabla de Operación.....	95
Tabla 22. Hoja de Resultados de apruebas Funcionales.....	95
Tabla 23. Tipos de Mantenimiento	97

Índice de Figuras

Figura 1. Características de la Motobomba HONDA WB 30 PX [99].....	13
Figura 2. Parámetros de la Estructura.....	14
Figura 3. Componentes de la Radiación Solar.....	15
Figura 4. Diagrama Unifilar del Sistema.....	16
Figura 5. Diseño Final del Pozo Profundo.....	17
Figura 6. Controlador Rain Bird ESP-TM2.....	18
Figura 7. Partes de un Panel Solar.....	27
Figura 8. Regulador de Carga MPPT.....	28
Figura 9. Inversor Híbrido de 24V.....	29
Figura 10. Ciclo de Vida Útil en Relación con la Profundidad de Descarga.....	30
Figura 11. Baterías Lithium LIFEP04.....	31
Figura 12. Partes de un Tablero.....	31
Figura 13. Diseño Mecánico del Proyecto.....	35
Figura 14. Plano Arquitectónico General.....	37
Figura 15. Vista descriptiva del terreno y los equipos.....	38
Figura 16. Diagrama de Bloques.....	39
Figura 17. Diagrama de Flujo.....	41
Figura 18. Panel Solar 400W PERC Monocristalino ERA.....	44
Figura 19. Batería de Litio (LIFEP04) 12V 150Ah.....	45
Figura 20. Inversor Victron MultiPlus II de 48V 5000W MPPT.....	46
Figura 21. Controlador de Carga MPPT de 100A 48V LCD SRNE.....	47
Figura 22. Bomba Centrifuga 1HP Pedrollo monofásica 220V.....	48

Figura 23. Interruptor Termomagnético	49
Figura 24. Interruptor Diferencial.....	50
Figura 25. Contactor 25A 220V.....	51
Figura 26. Relé de Sobrecarga-LRe322.....	52
Figura 27. Controlador Rain Bird ESP- ME3.....	53
Figura 28. Proyector Reflector LED.....	54
Figura 29. Conectores para Cinta par goteros con válvula de regulación	55
Figura 30. Gotero Autocompensante	56
Figura 31. Tabla de Conductores.....	62
Figura 32. Ubicación del Proyecto.....	67
Figura 33. Mapa Energético.....	68
Figura 34. Orientación de Paneles Solares	69
Figura 35. Diagrama Eléctrico del Proyecto.....	71
Figura 36. Suministro de Alimentación.....	72
Figura 37. Diagrama unifilar del tablero de distribución de cargas.....	73
Figura 38. Circuito de Mando.....	74
Figura 39. Circuito de Fuerza	75
Figura 40. Sistema Mecánico.....	76
Figura 41. Cade Simu-Tinkercard.....	77

Resumen Ejecutivo

En el presente proyecto de investigación se diseñó un sistema de modernización del suministro eléctrico mediante energía solar para un sistema de riego por goteo de cultivo de arándanos en el distrito de Pacanga. La energía solar y el sistema de riego por goteo se han convertido en una solución eficiente y ecológica para el agricultor, ante la contaminación ambiental por uso de combustión interna y costos excesivos de combustibles, así como el uso de energía solar en zonas lejanas de difícil acceso a suministros eléctricos. Ante lo mencionado, se justifica la necesidad de utilizar energía solar fotovoltaica para el riego de plantación. El diseño incluyó evaluación de la radiación solar mediante datos emitidos por la NASA, cálculos de requerimiento hídrico y con ello la selección de las bombas de agua con su respectiva altura manométrica. Así mismo se realizó un cuadro de cargas para determinar una energía de área de 22784 W/h y a ello se agregó un factor de seguridad de 1.5. Luego se realizaron los cálculos para determinar la cantidad de paneles solares, controlador de carga, baterías y selección del inversor. Para este proyecto se utilizaron diversos software como el CADESImu para simulaciones, TINKERCAD para el diseño mecánico general del proyecto y AutoCAD para el diafragma unifilar del tablero de distribución de cargas. La evaluación de inversor resultó dar un valor de S/. 25192.87 y un tiempo de retorno de aproximadamente 28 días con ganancia del 25%, asegurando la factibilidad del proyecto.

Palabras clave: Diseño, sistema de bombeo, sistema fotovoltaico, energía solar, riego agrícola.